Institut royal des Sciences naturelles de Belgique

BULLETIN

Tome XXXIV, n° 30
Bruxelles, septembre 1958.

Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen

MEDEDELINGEN

Deel XXXIV, nr 30
Brussel, september 1958.

NOTE SUR LA CLASSIFICATION DES PROCELLARIIFORMES (TUBINARES),

par René VERHEYEN (Bruxelles).

Si, en Science, il convient de tenir compte de l'étendue et de la valeur de l'étude morphologique sur laquelle repose le système de classification, l'aperçu historique de la Systématique des *Procellariiformes* commence avec le rapport anatomique et systématique sur les vastes collections rapportées par le « H. M. S. Challenger » présenté par FORBES (1882). Depuis lors de nombreuses contributions à la systématique de ce groupe important d'oiseaux pélagiques ont encore paru, de sorte qu'en 1907 SHUFELDT, pour sa seule entrée en matière, avait déjà besoin de six pages pour relater les principales péripéties de la classification des *Tubinares*. Mais en 1907-1910 DU CANE GODMAN, dans sa « Monograph of the Petrels », clôturait la période où la recherche anatomique était considérée de toute première nécessité dans l'étude des Oiseaux, de leur phylogénie et des concepts qui en dérivent. La période suivante, caractérisée par une indifférence coupable pour les grands problèmes de la Systématique de base, fut entrecoupée par quelques réactions à rebours, dont celle de LOOMIS (1923) fut la plus significative : « My system is a simplified one, based on differences and ressemblances and not on theories of ancestry (p. 600) ». Il en est résulté une nouvelle classification des *Tubinares* basée sur la seule morphologie des narines externes, à l'exemple de cette autre Systématique des Oiseaux basée sur la configuration du complexe osseux palatin, de celle des Mammifères en s'appuyant exclusivement sur la forme des molaires et de toutes celles qui sont basées sur le plus petit nombre possible de particularités taxonomiques. Or il est possible et même très probable que ces « Classifications dentaire, palatine et narinale » soient valables pour les études des rapports dans des secteurs zoologiques très

limités, mais je suis porté à douter qu'elles se confondent avec la Systématique naturelle et par conséquent la phylogénie des Mammifères et des Oiseaux.

Précisons enfin que la systématique des *Tubinares* présentée par LOOMIS (1923) et basée sur le principe que « in a classification that must be largely arbitrary, the most that can be attained is an arrangement that will simplify the attainment of knowledge » n'a pas été retenue par KURODA (1954) qui, en renouant avec l'ancienne tradition, a clairement montré que la systématique doit être basée sur l'étude de l'oiseau et non sur celle d'un seul détail de l'organisme. En outre, il convient de signaler que son travail, de haute précision, fut pour moi un guide sûr et que si les résultats de mes analyses ne s'accordent pas dans leurs moindres détails avec le projet de classification des *Procellariiformes* présenté par KURODA, ceci n'est attribuable qu'au fait que nos méthodes d'interprétation sont différentes.

Je tiens à exprimer ici mes bien vifs remerciements à MM. H. FRIEDMANN, J. D. MACDONALD et G. C. A. JUNGE, ainsi qu'à la Direction de leurs Instituts respectifs, qui ont bien voulu m'envoyer pour étude un intéressant matériel de comparaison.

MATÉRIEL EXAMINÉ.

Pièces anatomiques. — *Hydrobates pelagicus* (LINNÉ), *Oceanites oceanicus* (KUHL), *Oceanodroma leucorrhoa* (VIEILLOT), *Fulmarus glacialis* (LINNÉ), *Puffinus griseus* (GMELIN).

Squelettes. — *Diomedea chrysostoma* FORSTER, *Macronectes giganteus* (GMELIN), *Procellaria aequinoctialis* LINNÉ, *Fulmarus glacialis* (LINNÉ), *Daption capensis* (LINNÉ), *Bulweria bulweri* (JARDINE & SELBY), *Pterodroma leucoptera hypoleuca* (SALVIN), *Pagodroma nivea* (GMELIN), *Hydrobates pelagicus* (LINNÉ), *Oceanites oceanicus* (KUHL), *Oceanodroma leucorrhoa* (VIEILLOT), *Puffinus griseus* (GMELIN), *Pelecanoides urinatrix* (GMELIN).

ANALYSE DU POTENTIEL MORPHOLOGIQUE DES PROCELLARIIFORMES.

Productions épidermiques.

Aile secondaire de type diastataxique (chez un exemplaire sur trois *Oceanites oceanicus* examinés, l'aile droite était de type eutaxique).

Rémiges secondaires courtes; leur nombre varie selon la taille des espèces : 10 chez *Oceanites oceanicus*, 37 chez *Diomedea exulans*.

Présence de 11 rémiges primaires (l'externe étant courte). L'avant-externe est la plus longue, sauf chez les *Hydrobates*, *Oceanodroma*, *Fregetta* et *Oceanites*, p. ex.

La mue de l'aile primaire s'effectue selon le mode descendant (cf. aussi MAYAUD 1931, BIERMAN & VOOUS 1950), sauf chez *Pelecanoides* (MURPHY 1936) où elle est de type simultané.

La queue est très courte chez *Pelecanoides*, courte chez les Albatros, moyennement longue chez le restant des *Procellariiformes*.

Le nombre de rectrices varie entre 12 et 16. Le maximum s'observe chez *Macronectes*, 14 chez *Fulmarus*, *Puffinus*, *Daption*, *Thalassoica* et *Priocella;* le minimum est constaté chez le restant des *Tubinares*.

La mue caudale est vraisemblablement de type alterno-centrifuge (cf. MAYAUD 1931), mais le mode de remplacement des rectrices est souvent masqué par la mue de type simultané différé.

La ptérylie spinale est continue, large chez les espèces de grande taille, plutôt étroite chez les petites. Elle présente toujours un aptérion médian très étroit, de longueur différente suivant les espèces.

La ptérylie gastrique est également continue; elle montre deux très larges branches latérales dépourvues de bifurcation; l'apterium mesogastraei est relativement petit chez les espèces de grande taille, plus grand chez les petites.

Le duvet de couverture est présent aussi bien sur les aptéries que sur les ptérylies.

Présence de l'hyporachis (il est vestigial chez les Albatros).

Les mêmes papilles produisent successivement le protoptile, le mésoptile et le téléoptile; les deux séries de duvet varient souvent de couleur.

Le plumage juvénile ressemble à celui de l'adulte (excepté : *Diomedea exulans* et *Macronectes giganteus;* la différence est moindre chez *Oceanites oceanicus*).

Absence de dimorphisme sexuel dans le plumage (sauf *Diomedea exulans*). En général la taille est légèrement à l'avantage des mâles.

Présence de la glande uropygienne couronnée de plumets.

D'ordinaire la podothèque est de type réticulé tout autour; elle est scutellée devant, réticulée derrière chez *Garrodia*, *Pelagodroma* et *Halocyptena;* de type ocréate devant, réticulé derrière chez *Oceanites* et *Fregetta* (ce dernier montre aussi parfois un acrotarsium indistinctement scutellé).

Le hallux, vestigial, de position surélevée, se présente sous forme d'un onglet minuscule immobile. Il est absent chez *Pelecanoides* et les *Diomedea* (chez ces derniers, une concrétion osseuse est encore présente sous la peau : FORBES 1882).

Le doigt interne est toujours plus court que les deux autres antérieurs.

Palmures interdigitales complètes.

Griffes non pectinées, plus ou moins acérées; elles sont déprimées chez les *Oceanites*, *Fregetta*, *Pelagodroma* et *Garrodia*.

La perforation des narines est masquée par la présence des tubes.

La ramphothèque à la base du bec consiste en une corne molle qui, à la pointe, devient brusquement dure. Dans ce cas, les hémiramphes supérieure et inférieure se composent chacune d'une seule pièce : *Oceano-*

droma, Oceanites et apparentés. Chez les autres *Tubinares*, chaque hémiramphe se compose de plusieurs pièces cornées juxtaposées avec des lignes de suture distinctes. L'hémiramphe supérieure se termine par un crochet puissant.

Chez les Albatros, le gonys montre un interramicorne (unique).

Les différences interspécifiques dans les dimensions du bec (comprimé latéralement) sont énormes.

La ramphothèque présente des deux côtés du culmen une rainure parallèle, rainures dans lesquelles s'ouvrent les narines. Celles-ci sont toujours saillantes, tubulaires.

Ces tubes sont très courts et séparés par le culmen chez les Albatros et apparentés; ils sont très longs, accolés, séparés par un septum internarinal mince et dirigés vers l'avant chez *Macronectes, Fulmarus, Daption, Procellaria, Pterodroma, Pagodroma, Thalassoica, Bulweria, Halobaena, Priocella* et *Pachyptila;* ils sont orientés obliquement vers le haut et individualisés chez *Adamastor, Procellaria* et *Puffinus*. Chez *Pelecanoides* enfin, ils sont très courts et dirigés vers le haut.

L'extrémité des narines tubulaires cloisonnées consiste chez *Puffinus* en une corne souple et il n'est pas exclu qu'elle soit obturable chez les *Pelecanoides, Pachyptila, Halobaena, Pterodroma, Bulweria, Oceanites, Hydrobates* et apparentés.

La lamina vestibuli s'observe chez les *Pelecanoides*, ainsi que chez certains *Puffinus* (WOOD JONES, 1937).

La muqueuse buccale, avoisinant les bords de l'hémiramphe supérieure, a formé un appareil barboteur consistant en lamelles cornées : *Pachyptila* et *Halobaena*. Corrélativement, le plancher buccal est extensible et la langue épaisse. Ces « baleines » sont faiblement indiquées chez *Fulmarus* et indistinctes chez *Daption*.

Splanchnologie et myologie.

Aves bicarotidinae normales, sauf chez *Pelecanoides* et *Priocella* où la carotide dorsale gauche seule est présente (GLENNY 1955).

Trachée et oesophage situés du côté droit de la colonne vertébrale; selon SWINHOE (BEDDARD 1898), les bronches de certains Albatros présenteraient une circonvolution.

Trachée très aplatie chez *Oceanodroma, Hydrobates, Oceanites* et *Fulmarus*, p. ex. Chez *Puffinus* e.a. sa section se rapproche du type circulaire.

Absence du septum tracheae, sauf chez *Fulmarus, Macronectes, Priocella* et *Thalassoica*, où il peut s'étendre jusqu'à mi-longueur de la trachée.

Absence de jabot; chez les individus de grande taille, les parois de l'œsophage sont très extensibles. Le ventricule succenturié est très spacieux; par contre, le gésier bien musclé est petit.

L'intestin grêle relativement court a un calibre assez étroit.

Caecums vestigiaux. Chez la plupart des *Hydrobates* (cf. KURODA 1954), *Oceanodroma, Oceanites* et apparentés, il y a un seul caecum vestigial. Chez un exemplaire *Halocyptena* examiné par FORBES (1882), ils étaient absents.

Le lobe hépatique droit est plus long ou aussi long que celui de gauche. Mais chez les 3 exemplaires d'*Oceanites* que nous avons examinés, celui de gauche était le plus long.

Présence d'une vésicule biliaire.

La langue est généralement longue, charnue à la base, triangulaire et a l'extrémité en forme de boisseau; chez *Diomedea* et *Puffinus,* elle est relativement très courte; souvent elle est hérissée de crochets minuscules.

Membrane patagiale antérieure absente ou très courte.

Les tendons des tensores propatagialis brevis et longa sont réunis sur la plus grande partie ou très faiblement écartés. Chez *Oceanites,* ils sont indistinctement différenciés des fasciae. Dans la plupart des espèces, le tendo propatagialis brevis se bifurque à proximité de l'extenseur metacarpi radialis longior, et l'une de ses branches exécute un mouvement enveloppant autour des muscles de l'avant-bras.

Le m. extensor metacarpi radialis longior est bicéphale, les deux têtes s'insérant sur le tendon reliant le processus ectepicondyleus au tendo propatagialis longa qui, au point d'insertion, peut présenter des nodules sésamoïdes.

Les fléchisseurs profundus et hallucis se réunissent vers la mi-longueur du tarse; le hallux ne reçoit pas de branche.

Présence du musculus ambiens (il est absent chez *Fregetta* et dégénéré chez *Garrodia*); musculus longus colli anticus puisamment développé, sauf chez les Albatros.

Formule myologique de la cuisse (GARROD 1873) : AB, X (sauf *Bulweria* et *Pelecanoides* où l'on a obtenu A, X et *Oceanites* où la formule est complète, soit AB, XY).

Musculus pectoralis major dédoublé (la partie supérieure sert à abaisser l'aile, la partie inférieure à écarter l'aile au cours du vol plané).

Musculus biceps brachii vestigial.

La pointe du musculus supracoracoideus peut s'avancer jusqu'à la mi-longueur du sternum; chez les espèces de petite taille, jusqu'aux deux tiers, mais chez *Pelecanoides,* elle atteint le bord métasternal.

Absence d'un pénis.

Syrinx de type trachéo-bronchial; présence de deux paires de muscles syringiaux, les trachéo-bronchiaux étant souvent de type membraneux.

Lobes olfactifs relativement très développés.

Faculté de décharger une substance huileuse, souvent rougeâtre, préparée par le ventricule succenturié (pour imperméabiliser le plumage). La décharge a généralement lieu par les narines (cf. ROSENHEIM & WEBSTER 1927). Les jeunes sont en mesure de l'expectorer même à travers la fente de l'œuf bêché et de s'en servir contre tout objet qui s'approche (c'est le cas notamment chez *Fulmarus* : FISHER 1952). Son odeur spéciale imprègne le plumage et les lieux de nidification.

Régime alimentaire : zoöphagie. Les espèces de grande taille se nourrissent de céphalopodes, ptéropodes et ctenophores pélagiques; celles de taille moyenne recherchent principalement les poissons et crustacés et celles de petite taille marquent une préférence pour le plancton. *Macronectes*, de tempérament agressif, vit de charognes ainsi que d'œufs et de jeunes oiseaux.

La présence de petites quantités de gravier dans le gésier (principalement dans celui des jeunes individus) a été constatée par BIERMAN & VOOUS 1950.

Les *Procellariiformes* montrent une propension à l'adiposité et ils supportent le jeûne pendant de longues périodes.

Ethologie.

Les *Procellariiformes* sont strictement marins. Ils mènent une vie pélagique, ne venant à terre que pour se reproduire.

La chasse aux céphalopodes se fait la nuit, surtout vers l'aurore, alors que ces mollusques sont le plus nombreux en surface. Mais les *Tubinares*, qui ont un autre genre de nourriture, mènent aussi une vie principalement nocturne.

Les espèces de grande et de moyenne taille sont de grands voiliers à rayon d'action considérable; celles de petite taille ont un vol papillonnant, sauf *Pelecanoides* dont la locomotion aérienne laborieuse est du type « vol battu ».

Le vol sous eau a été observé chez les groupes d'oiseaux suivants (ils s'aident à la fois des ailes et des pattes) : *Pelecanoides, Puffinus, Thalassoica, Daption, Pachyptila, Halobaena, Macronectes, Diomedea, Oceanites* (MURPHY 1936, LOCKLEY 1947, BIERMAN & VOOUS 1950). Les jeunes *Puffinus* se sauvent plutôt en plongeant qu'en nageant (LOCKLEY 1930).

Les espèces de grande taille nichent à l'air libre et leur nid grossier consiste en herbes sèches et autre détritus végétal. Mais la plupart des *Tubinares* font leur nid sous des surplombs, dans des crevasses de rocher, dans des galeries abandonnées. Il existe aussi des espèces qui creusent des galeries par leurs propres moyens : *Puffinus, Pterodroma, Halobaena, Pachyptila, Oceanodroma, Pelecanoides*. Dans ce cas, le matériel de

nidification est absent ou consiste en très peu de chose (hampes de graminées, feuilles, plumes).

La ponte complète se compose d'un seul œuf blanc, parfois légèrement tacheté. Les œufs de *Pelecanoides* varient d'ovalaire long à court, parfois ils sont de type piriforme (MURPHY 1936).

Les deux sexes participent à la couvaison et au nourrissage du jeune. Les séances de couvaison sont très longues.

Le jeune nidicole naît avec les paupières closes et il est couvert d'un duvet protoptile de blanc à grisâtre; dès le deuxième jour, les paupières se dessillent quelque peu pour s'ouvrir progressivement au cours des jours suivants. Les *Pelecanoides* toutefois peuvent déjà ouvrir les yeux dès la naissance (RICHDALE 1945).

Après l'éclosion, la coquille de l'œuf est écrasée sur place (et non pas éloignée).

Les durées de l'incubation et du développement postembryonnaire sont très longues :

Hydrobates pelagicus : couvaison (38-40 jours) — séjour au nid (56-73 jours) : DAVIS 1957.

Puffinus puffinus : couvaison (52-54 jours) — séjour au nid (62-72 jours) : LOCKLEY 1930.

Fulmarus glacialis : couvaison (40-60 jours) — séjour au nid (48-56 jours) : FISHER 1952.

Pelecanoides urinatrix : couvaison (8 semaines) — séjour au nid (47-59 jours) : RICHDALE 1945.

Pterodroma macroptera : couvaison (53 jours) — séjour au nid (128-134 jours : *Warham* 1956.

Diomedea epomophora : couvaison (70 jours) — séjour au nid (7 mois) : RICHDALE 1939. Il en résulte que les Albatros, très lents à atteindre la maturité sexuelle (probablement à l'âge de 8 ans) se reproduisent tous les deux ans.

Mode de nourrissage du jeune : par régurgitation. Le jeune insère le bec dans celui des parents.

Chez les *Oceanites,* le mécanisme thermo-régulateur commence à fonctionner à l'âge de 48 heures.

Quand les jeunes Fulmars ont quitté le nid, ils se réunissent sur l'eau en de petites crèches où les parents continuent à les nourrir (FISHER 1952).

La locomotion terrestre est faiblement développée. Les *Procellaria, Diomedea,* mais surtout les *Macronectes* se déplacent assez aisément (digitigrades). Tandis que *Phoebetria* et *Puffinis* sont planti-digitigrades, les

Hydrobates, Oceanodroma, Pterodroma, Pachyptila et *Pelecanoides,* qui se traînent à terre, sont strictement parlant des plantigrades.

Les *Procellariiformes,* lorsqu'ils dorment, tiennent le bec enfoncé parmi les scapulaires.

Ostéologie.

Narines osseuses relativement courtes chez les sujets adultes; les sutures du processus nasal (médianement très étroit) des prémaxillaires avec les os nasaux sont oblitérées en grande partie. Processus maxillaire de l'os nasal court et très large. Holorhinie.

Les dépressions sus-orbitaires pour les glandes nasales sont très profondes et larges; chez *Pelecanoides,* elles se touchent, formant une crête longitudinale sur le frontal interorbitaire. Chez les autres *Tubinares,* elles restent séparées et montrent une partie du frontal interorbitaire indistinctement vallonnée dans le sens de la longueur. Ce frontal est très étroit chez la plupart des *Puffinus* et *Daption,* moyennement large chez *Fulmarus, Diomedea, Procellaria, Pterodroma, Pachyptila, Macronectes* et *Bulweria,* très large chez *Pagodroma, Hydrobates, Oceanites* et *Oceanodroma.* Les dépressions sus-orbitaires sont à l'origine de la disparition de l'arcade sourcilière, dont un bout de la partie proximale continue à subsister (le plus complet chez les Albatros).

L'articulation maxillo-cranienne est rigide.

Le lacrymal très développé s'attache au préfrontal, mais surtout au processus maxillaire du nasal. La branche descendante s'articule avec les ectethmoïdes *(Oceanodroma, Pelecanoides, Puffinus, Bulmeria, Oceanites. Procellaria)* ou se soude à ceux-ci *(Daption, Fulmarus, Macronectes, Pagodroma, Pterodroma)* pour former une « pars plana » pratiquement complète, sauf chez les *Diomedea* où les ectethmoïdes courts n'entrent pas en contact avec les os lacrymaux. La branche descendante du lacrymal est très volumineuse et elle montre rostralement un foramen pneumatique ainsi qu'une apophyse qui, en épousant le processus maxillaire de l'os nasal, rétrécit appréciablement la fenêtre lacrymo-nasale. En général, l'apophyse est longue et même très longue comme chez les *Oceanites, Oceanodroma,* p. ex.; par contre elle est très courte chez les Albatros. Absence des aliëthmoïdes.

Le lacrymal s'articule avec le quadrato-jugal. Chez *Macronectes* et, à un degré moindre chez *Pterodroma* et *Bulweria,* p. ex., le quadrato-jugal présente une sorte de piédestal pour l'articulation avec la branche descendante du lacrymal.

L'ossiculum lacrymo-palatinum (os uncinatum) est le mieux développé chez *Diomedea* et *Procellaria;* d'ordinaire il est court et absorbé par le lacrymal. Il est encore nettement perceptible (sutures) chez *Bulweria* et *Pterodroma,* p. ex.

Le mésethmoïde est dépourvu de fenêtre (sauf *Pelecanoides*). Absence du septum nasal.

Les fosses temporales profondes se rapprochent sur la partie postéro-supérieure du crâne *(Daption, Puffinus, Fulmarus, Pterodroma, Pagodroma, Bulweria, Procellaria, Pachyptila, Macronectes, Pelecanoides)*.

Elles sont par contre très faibles chez *Oceanites* et *Hydrobates* p. ex. et larges, peu profondes et faiblement délimitées chez les Albatros, *Oceanodroma* et *Fregetta*.

Proéminence cérébelleuse effacée chez les Albatros, *Oceanodroma, Hydrobates* et *Oceanites*. Ailleurs très prononcée. Les fontanelles occipitales sont absentes chez les sujets adultes.

Le septum interorbital est toujours pourvu d'une grande « fenêtre ».

Le foramen postfrontal (contigu avec celui du nerf olfactif) n'est absent que chez les Albatros. Le nerf olfactif n'apparaît pas dans la cavité orbitaire.

Le plan du foramen magnum se rapproche de l'horizontale chez *Diomedea, Fulmarus, Procellaria* et *Pagodroma;* il avoisine les 45° chez *Puffinus, Macronectes* et *Pelecanoides;* l'inclinaison est encore plus forte chez *Oceanites, Hydrobates, Oceanodroma, Daption, Pterodroma* et *Bulweria*.

Le basitemporal, petit et de forme triangulaire, est relativement très éloigné des os carrés, sauf chez les *Pelecanoides,* où la base est très large. Les ailes exoccipitales sont généralement bien développées, moins chez les *Hydrobates* et *Oceanites,* p. ex.

La niche tympanique supérieure est située entre les deux facettes de l'extrémité du processus otique du quadratum chez *Oceanites, Pelagodroma, Fregetta, Garrodia, Oceanodroma, Halocyptena* (LOWE 1925). Par rapport aux facettes, elle est située vers l'intérieur du crâne (dans le restant des *Tubinares* que nous avons examinés).

Le processus postorbital est saillant mais court; relativement le mieux développé chez *Diomedea,* vestigial chez *Oceanites* et *Hydrobates.* Toutes proportions gardées, il en est de même pour les processus zygomatique et supraméatal.

Présence des processus basiptérygoïdiens chez les *Fulmarus, Daption, Macronectes, Procellaria, Puffinus, Pterodroma, Bulweria, Pagodroma, Priocella, Pelecanoides.*

Ils sont vestigiaux, non fonctionnels ou absents chez *Diomedea, Pelagodroma, Oceanodroma, Oceanites, Fregetta, Halocyptena.*

Les ptérygoïdes sont droits et longs là où les processus basiptérygoïdiens font défaut, ailleurs, ils montrent une légère inflexion.

Le vomer est fusionné postérieurement aux palatins. Il est de type bivomérin; les deux lames horizontales s'unissent pour former une gouttière cloisonnée faiblement courbée chez les espèces où les maxillo-palatins sont minces; mais là où ces derniers sont épais, la courbure est fortement accusée.

Les trompes d'Eustache ne sont pas voûtées chez *Fulmarus, Daption, Macronectes, Puffinus, Pagodroma, Procellaria, Pterodroma, Bulweria, Diomedea;* elles sont partiellement voûtées chez *Hydrobates, Pelecanoides, Oceanites* et *Oceanodroma.*

Le rostre sphénoïdal est étroit et relativement long.

Palatins droits, fortement cannelés chez les espèces de grande et de moyenne taille. Lames internes très saillantes, sauf chez *Hydrobates* et *Oceanites.* Présence du socle pour l'éperon interpalatinal (qui fait défaut).

Les maxillo-palatins sont bien développés et généralement ils apparaissent dans l'espace interpalatinal. Ils sont de forme assez plane chez *Pelecanoides, Oceanites* et *Fregetta,* plutôt en forme de conque et fortement inclinés chez *Fulmarus, Macronectes* et *Pagodroma,* p. ex. Chez *Diomedea,* où les palatins sont très larges (réduisant fortement l'espace interpalatinal), les maxillo-palatins épais se rapprochent très près du vomer. Ils sont en outre creux. Schizognathie. L'antre de HIGHMORE est présent là où les maxillo-palatins présentent une forte inclinaison ou la forme d'une conque.

Les maxillo-palatins sont indépendants des palatins chez *Fulmarus, Procellaria, Macronectes, Pagodroma* et *Hydrobates.* Ils présentent une soudure partielle ou entière chez *Daption, Oceanites, Puffinus, Diomedea, Pelecanoides, Pterodroma, Bulweria, Oceanodroma.* Ils s'appuient aussi bien sur le processus maxillaire de l'os nasal que sur le jugal.

L'articulation palato-ptérygoïdienne est fonctionnelle.

Processus otique du quadratum de type bicéphale, mais la fosse séparant les deux facettes d'articulation est souvent peu profonde. Absence du piédestal opisthotique.

Cavité nasale très spacieuse (relativement réduite chez *Pelecanoides*).

La suture entre le dental et l'angulaire est non oblitérée.

Absence de foramina mandibulaires chez les sujets adultes, excepté chez les *Diomeda, Fulmarus* et *Daption* où le foramen, situé entre l'angulaire et le surangulaire, est ouvert. Pars articularis de la mandibule, courbée et de type concave. En raison de la forte inclinaison des branches de la mandibule, le surangulaire est très développé chez les *Oceanodroma* et les *Oceanites* surtout, à un degré moindre chez les *Puffinus, Fulmarus, Pterodroma, Bulweria* et *Pagodroma,* p. ex. et relativement faible chez *Diomedea, Macronectes,* p. ex. Processus articulaire postérieur obtus, l'interne massif, court et avec une faible inclinaison.

Selon PYCRAFT (1899), l'os hyoïde ressemble le plus à celui des *Sphenisciformes.*

Topographiquement, sept types différents de crânes peuvent être reconnus, représentés par *Diomedea, Fulmarus, Pachyptila, Pagodroma, Pterodroma, Puffinus* et *Oceanites.*

Furcula de type U-majuscule : *Oceanodroma, Hydrobates, Oceanites, Pelecanoides;* de type V-majuscule chez *Macronectes, Fulmarus, Daption, Pagodroma, Procellaria, Diomedea,* p. ex. Chez les derniers nommés, les branches sont très écartées au sommet. La furcula présente une courbure simple, mais là où l'hypocleidium est présent, elle se rapproche intimement de l'apex du bréchet au point de présenter une faible courbure dans le sens opposé. Chez *Pelecanoides,* la fourchette s'articule avec l'apex du bréchet sans l'intermédiaire d'un tendon.

La présence de l'hypocleidium s'observe chez *Oceanodroma, Hydrobates, Fregetta, Pelagodroma, Garrodia;* il est absent chez *Macronectes, Fulmarus, Daption, Pagodroma, Procellaria, Diomedea* et *Pelecanoides,* p. ex.

En général, le sternum est apneumatique (chez *Diomedea,* certains *Puffinus, Macronectes* et *Procellaria,* il montre quelques foramina diffus).

Absence de bouclier métasternal et d'apophyse épisternale interne. L'externe fait également défaut chez *Procellaria, Macronectes, Diomedea* et *Pelecanoides* mais, en général, elle est courte et d'aspect triangulaire. Chez *Oceanites, Puffinus, Pterodroma, Bulweria, Oceanodroma, Hydrobates,* p. ex. elle est par contre saillante.

Réduction du xiphosternum; le costosternum est par conséquent long, sauf chez *Pelecanoides* où il est très court par rapport à la longueur du sternum.

Le processus costal est triangulaire et court chez les *Macronectes, Fulmarus* et *Daption,* p. ex., où il présente 2 facettes pour l'articulation avec les côtes. Le même processus est long chez *Oceanodroma, Hydrobates, Pterodroma;* il est relativement encore plus long chez *Pelecanoides* où il sert d'appui à quatre côtes.

L'absence d'échancrures métasternales se constate dans les espèces de petite taille : *Oceanites, Oceanodroma, Hydrobates, Fregetta, Pelecanoides.* Chez les autres *Tubinares,* il y a deux paires d'échancrures généralement peu profondes, la paire externe pouvant se transformer en « fenêtres » et même s'obturer complètement. La cavité thoracique est développée en largeur, excepté chez les *Pagodroma, Daption, Pterodroma, Bulweria, Oceanodroma, Oceanites* et *Pelecanoides* où elle est plus haute que large.

Processus lateralis posterior sterni dépassant l'extrémité de la tige médiane : *Fulmarus, Diomedea, Macronectes, Daption, Puffinus, Pagodroma, Pterodroma, Bulweria* et *Procellaria.* L'inverse est de règle chez *Hydrobates, Oceanodroma, Oceanites* et *Pelecanoides.*

Les côtes longues sont moyennement larges (plus larges chez les *Oceanites* par rapport aux *Hydrobates*). Elles sont très longues et minces chez *Pelecanoides.*

Les apophyses récurrentes longues sont soudées aux côtes, sauf chez *Pelecanoides* où elles sont en outre situées sur une ligne horizontale

Espèces	exemplaires	humérus / ulna	humérus / 2me métacarpien	fémur / tibiotarse	fémur / tarso-métatarse	humérus / fémur	index de locomotion	index sternal	index pelvien	largeur bassin / longueur fémur
Diomedea chrysostoma	1	0,98	2,52	0,53	0,93	3,24	1,98	1,25	0,28	0,50
Pterodroma hypoleuca	1	0,99	2,03	0,53	0,82	3,03	1,86	1,78	0,45	0,69
Bulweria bulwerii	2	0,97-0,99	2,02-2,10	0,50	0,71-0,72	3,10-3,28	1,78-1,84	1,38-1,61	0,42-0,46	0,70-0,74
Procellaria aequinoctialis	1	0,98	2,10	0,51	0,76	2,95	1,72	1,24	0,28	0,51
Macronectes giganteus	1	1,03	2,39	0,55	0,92	2,75	1,67	1,47	0,34	0,55
Puffinus griseus	1	1,07	1,93	0,48	0,70	2,78	1,49	1,76	0,23	0,50
Fulmarus glacialis	2	1,03-1,06	2,15-2,22	0,52-0,58	0,88-0,96	2,19-2,38	1,40-1,44	1,19-1,25	0,33-0,36	0,52-0,56
Daption capensis	1	1,03	2,11	0,54	0,88	2,18	1,35	1,39	0,37	0,59
Pagodroma nivea	2	1,05-1,10	1,96-2,03	0,56-0,58	1,01-1,05	1,93	1,26	1,44-1,50	0,42-0,43	0,53-0,56
Oceanodroma leucorrhoa	1	0,98	1,73	0,46	0,65	2,26	1,25	1,37	0,44	0,63
Hydrobates pelagicus	1	1,06	1,63	0,41	0,57	1,96	0,97	1,35	0,44	0,68
Oceanites oceanicus	2	1,07	1,38-1,39	0,32-0,33	0,44-0,45	1,44	0,61-0,62	1,26-1,33	0,37-0,39	0,59-0,60
Pelecanoides urinatrix	2	1,26	1,74-1,80	0,56-0,57	0,92-0,93	1,83-1,84	1,12	1,33-1,38	0,35-0,42	0,58-0,69

Tableau des indices ostéométriques relatifs aux *Procellariiformes*.

Espèces	vertèbres cervicales		vertèbres dorsales	Synsacrum	vertèbres caudales (+ pygostyle = 1)	vertèbres dorso-sacrées	VC pourvues d'apophyses récurrentes	VD pourvues d'apophyses récurrentes	paires de côtes atteignant le sternum	paires de côtes synsacrales
Diomedea chrysostoma	13	2	5	14	9	6	0	5	6	2
Pterodroma hypoleuca	12	3	6	13	8	6	0	6	6	1
Bulweria bulwerii	13	2	6	11	8	5	0	5	6	1
	13	2	6	12	8	6	0	6	6	1
Procellaria aequinoctialis	13	2	6	13	8	6	0	5	6	1
Macronectes giganteus	13	2	5	13	8	6	0	5	6	2
Puffinus griseus	13	2	6	12	9	5	0	5	6	1
Fulmarus glacialis	12	3	5	13	9	6	0	5	6	2
	13	2	5	12	9	6	0	5	6	2
Daption capensis	13	2	5	12	10	6	0	5	6	2
Pagodroma nivea	13	2	5	12	8	6	0	5	6	2
	13	2	6	12	8	5	0	6	6	1
	13	2	6	12	8	5	0	6	6	1
Oceanodroma leucorrhoa	13	2	6	11	8	5	?	6	6	2
Hydrobates pelagicus	13	2	6	11	?	4	?	5	6	?
Oceanites oceanicus	13	2	5	10	9	4	1	5	6	1
	13	2	6	9	9	3	1	5	6	1
Pelecanoides urinatrix	13	2	6	11	9	5	1	5	5	1
	13	2	6	11	10	5	1	5	5	1

Formules rachidiennes des *Procellariiformes* examinés.

(comme chez les *Alcae*), tandis que chez le restant des *Tubinares* on les trouve sur une ligne légèrement ascendante.

Les pieds des coracoïdes sont écartés : *Procellaria, Pterodroma, Bulweria, Macronectes, Daption, Diomedea, Pagodroma, Pelecanoides;* les bases se touchent chez *Hydrobates,* tandis que chez *Oceanites* et *Oceanodroma* elles chevauchent. Chez les *Puffinus,* les trois possibilités s'observent (KURODA 1954).

Présence du foramen supracoracoideum.

Processus procoracoidalis court restant loin de l'acrocoracoïde.

Scapulaire court, de type bancal; chez *Pelecanoides* l'extrémité est spatulée.

La fosse subtrochitérienne de l'humérus n'est pas cloisonnée.

La crista lateralis humeri, se rapprochant de la forme triangulaire, est d'un développement relativement faible; elle est vestigiale chez *Pelecanoides.* Le processus ectepicondyleus est très saillant, un peu moins chez *Pelecanoides.*

Le rachis de l'humérus de *Pelecanoides* et de certains *Puffinus* est nettement comprimé dans le sens dorso-ventral; l'aplatissement est encore perceptible chez nombre de *Tubinares,* sauf chez *Oceanodroma, Oceanites, Hydrobates,* p. ex. où l'humérus est de type cylindrique.

L'humérus est apneumatique, les *Diomedea* exceptés ,où la fosse apneumatique est très petite.

Absence d'osselets sésamoïdes posthuméraux; ceux formés dans les points d'insertion des tendons du m. tensor metacarpi radialis longior, sur le tendon reliant celui du m. propatagialis longus au tendon du m. propatagialis brevis, ont été observés chez les *Puffinus, Pterodroma, Adamastor, Bulweria, Fregetta, Diomedea.* Ils manquent chez *Macronectes, Fulmarus, Daption, Pagodroma, Thalassoica, Halobaena, Pachyptila, Procellaria, Hydrobates* et *Oceanites.*

Absence de la série anconale d'exostoses ulnaires. Crête radiale indistincte ou absente.

Spatium interosseum (entre le radius et l'ulna) très réduit. L'aplatissement des os de l'avant-bras est observé chez les formes où celui de l'humérus est également constaté. Absence de l'apophyse musculaire intermétacarpienne.

Phalange basale du 2me doigt (3me doigt : HOLMGREN 1955) dépourvue de « fenêtres ».

Base du premier métacarpien (deuxième : HOLMGREN 1955) assez saillante.

Les os iliaques sont séparés de la crête synsacrale, sauf chez *Macronectes* et *Diomeda* où les canaux ilio-lombaires ne sont ouverts que par devant. Le bassin est relié aux diapophyses des vertèbres sacrales; les sutures restant visibles la vie durant, excepté chez *Macronectes* et *Diomedea.*

Le foramen ischiadicum est de type ovalaire-long. Processus pectinealis absent ou vestigial.

La pars dissaepta est continue avec le restant du foramen obturatorium; chez *Puffinus*, le processus inferior ossis ischii est le mieux développé.

Postpubis court; absent chez *Puffinus*.

Foramina interdiapophysaires grands et nombreux (au moins 5 paires chez les formes de grande taille).

La première vertèbre de la série sacrale (acétabulaire) est dépourvue de diapophyses surélevées.

La partie préacétabulaire du bassin est plus courte que la partie opposée *(Pelecanoides, Puffinus, Fulmarus, Procellaria, Diomedea, Macronectes)*; chez les autres *Tubinares*, les longueurs des deux parties s'équilibrent.

Dans le tendon du m. extensor cruris s'est formée une patella chez les *Macronectes, Fulmarus, Daption, Pterodroma, Pagodroma*, p. ex.; elle manque chez les *Oceanites, Bulweria, Hydrobates, Pelecanoides, Puffinus, Diomedea, Procellaria*.

Le péroné est court chez les formes à longues pattes, telles que les *Oceanites, Oceanodroma, Hydrobates, Pelecanoides;* il est relativement long chez les autres *Tubinares*.

Crête ectocnémiale et processus rotularis très développés. Ce dernier est court chez les Albatros. Là où la patella est absente, le proc. rotularis s'est considérablement allongé (*Puffinus, Pelecanoides, Oceanites*, p. ex.).

Le talon présente deux canaux voûtés pour les tendons.

Le tarso-métatarse montre trois foramina.

Les doigts disposent du nombre normal de phalanges. Absence du métatarse du hallux. Niveau de la trochlée digitale interne plus relevé que celui de l'externe.

La troisième vertèbre cervicale montre dorsalement deux foramina latéraux (sauf chez *Diomedea, Pterodroma* et *Bulweria*).

Bord de la cuvette d'articulation de l'atlas profondément entaillé par le processus odontoïde de l'axis. Chez les *Pelecanoides* toutefois, la perforation s'est déplacée vers le centre de la cuvette, laissant aux lèvres du bord l'occasion à se ressouder. L'atlas ne montre pas de canaux vertèbrartériaux.

Le canal carotidien ouvert est formé par les diapophyses des $VC^{6\text{ à }10}$ (surtout $VC^{6\text{ à }9}$). Les diapophyses des $VC^{6\text{ à }8}$ participent à sa formation chez les *Hydrobates* et *Oceanodroma* ($VC^{5\text{ à }8}$ chez *Oceanites*).

Dans de nombreuses espèces, la dernière vertèbre cervicale et les premières vertèbres dorsales sont pourvues d'hypapophyses bifides. Elles sont indistinctes ou absentes chez les Albatros et les *Procellaria*.

Présence dans la partie caudale du rachis de corps hypocentraux.

Absence de notarium.

Formules rachidiennes. — Il y a invariablement 15 vertèbres cervicales, soit 13 (+ 2) ou 12 (+ 3); les côtes flottantes sont dépourvues d'apophyses récurrentes (sauf chez *Pelecanoides* et *Oceanites* où elles se montrent sur la dernière paire).

Il y a 5 ou 6 vertèbres dorsales. Chez les sujets de grande taille, la sixième vertèbre dorsale se trouve sacralisée (2 paires de côtes synsacrales). Il y a 6 paires de côtes (5 paires chez *Pelecanoides*) qui s'alignent sur les bords latéraux du sternum, dont 5, rarement 6 paires, portent des apophyses récurrentes.

Selon la taille de l'espèce, le nombre d'éléments composant le synsacrum varie de 10 à 14 et il en est de même du dorsosacrum où nous observons de 4 à 6 éléments.

Le nombre de vertèbres caudales individualisées, augmenté du pygostyle (compté pour une unité), se compose chez les individus adultes de 8 à 10 éléments.

Les anomalies numériques observées dans la composition des différents secteurs du rachis sont attribuables à l'âge (compensations).

Indices ostéométriques. — L'humérus est aussi long ou est faiblement plus long que l'ulna (chez *Pelecanoides* excepté). Le sternum est simultanément large et court et le bassin est étroit et très long. L'index de locomotion est à l'avantage du squelette alaire, sauf chez les *Oceanites* où l'inverse est de règle, ainsi que chez les *Hydrobates* où les longueurs des squelettes de l'aile et de la patte s'équilibrent. En général, l'humérus est beaucoup plus long que le fémur.

La pneumaticité du squelette augmente d'ordinaire avec la taille de l'oiseau. Chez les *Hydrobates* p. ex. le crâne, la mandibule et les premières vertèbres cervicales se trouvent pneumatisés, alors que c'est le cas pour tout le squelette des Albatros, les pattes exceptées.

Justificatif du projet de Classification.

Si l'on prend soin d'écarter les *Pelecanoides* des oiseaux réunis communément dans les *Procellariiformes*, ceux-ci ,malgré l'habitus assez différent d'un groupe naturel à l'autre, constituent un ordo remarquablement homogène quant à ses attributs anatomiques, comme l'examen de sa longue liste de particularités taxonomiques communes en témoigne à suffisance :

diastataxie × 11 rémiges primaires × rémiges secondaires très courtes × ptérylie spinale continue avec aptérion médian × ptérylie gastrique continue, dépourvue de ramifications externes × duvet de couverture présent sur les aptéries et les ptérylies

× présence de l'hyporachis × succession de deux duvets juvéniles × glande uropygienne garnie de plumets × palmures complètes × narines externes tubulaires × absence de jabot × caecums vestigiaux × présence de vésicule biliaire × tendons des tensores propatagialis brevis et longa très rapprochés ou réunis en partie × le m. extensor metacarpi radialis longior est bicéphale × le m. pectoralis major est dédoublé × la linea interpectoralis ne progresse pas jusqu'au bord métasternal × syrinx de type trachéo-bronchial × lobes olfactifs très développés × expectoration d'une substance huileuse × zoophagie × propension à l'adiposité × résistance au jeûne × vie pélagique × un seul œuf × les deux sexes participent à la couvaison et à l'élevage du jeune × à la naissance les paupières des jeunes sont fermées × les jeunes sont nidicoles × durées d'incubation et de développement postembryonnaire très longues × mode de nourrissage : par régurgitation × holorhinie × dépressions sus-orbitaires très développées × le lacrymal articule avec le quadrato-jugal × absence de septum nasal et de fontanelles occipitales × septum interorbital pourvu d'une grande « fenêtre » × le nerf olfactif n'apparaît pas dans l'orbite × basitemporal triangulaire petit × trompes d'Eustache imparfaitement voûtées × rostre sphénoïdal étroit × schizognathie × maxillo-palatins bien développés × absence de piédestal opisthotique × processus otique du quadratum de type bicéphale × cavité nasale très spacieuse × absence de bouclier métasternal × absence de l'apophyse épisternale interne × costosternum long × apophyses récurrentes soudées aux côtes × la série des apophyses récurrentes est située sur une ligne légèrement ascendente × présence du foramen supracoracoideum × processus procoracoidalis court × la fosse subtrochitérienne de l'humérus n'est pas cloisonnée × crista lateralis humeri faiblement développée × processus ectepicondyleus très saillant × spatium interosseum très réduit × absence de l'apophyse musculaire intermétacarpienne × phalange basale du 2me doigt dépourvue de « fenêtres » × foramen ischiadicum de type ovalaire-long × processus pectinealis absent ou vestigial × post-pubis court ou absent × diapophyses de la première vertèbre de la série sacrale non surélevées × partie postacétabulaire du synsacrum plus longue ou aussi longue que la partie opposée × le talon présente des canaux voûtés pour les tendons × le tarso-métatarse montre trois foramina × absence du métatarse de l'hallux × niveau de la trochlée digitale interne plus relevé que celui de l'externe × présence dans la partie caudale du rachis de corps hypocentraux × absence de notarium × 15 vertèbres cervicales × 5 à 6 vertèbres dorsales × humérus aussi long ou faiblement plus long que l'ulna × humérus beaucoup plus long que le fémur.

Malgré cette identité dans un nombre considérable de complexes structuraux de base, il existe encore bon nombre de structures anatomiques frappées de variation qui ont permis aux systématiciens de reconnaître les diverses tendances évolutives et de grouper les oiseaux phylogéniquement apparentés.

1° *DIOMEDEIDAE.* — Parmi les rémiges primaires, l'avant-externe (10me) est la plus longue × narines externes tubulaires courtes situées des deux côtés du culmen × présence d'un interramicorne × podothèque réticulée tout autour × absence de l'hallux × hyporachis vestigial × 12 rectrices × rémiges secondaires très nombreuses × faible développement du m. longus colli anticus × persistance d'une partie de l'arcade sourcilière × faible développement des ectethmoïdes, de l'apophyse antérieure de la branche descendante du lacrymal et des fosses temporales × effacement de la proéminence cérébelleuse × absence du foramen post-frontal × septum interorbital pourvu d'une petite « fenêtre » × plan du foramen magnum se rapprochant de l'horizontale × absence de processus basiptérygoïdiens × la niche tympanique supérieure est située du côté interne des facettes d'articulation du processus otique du quadratum × présence d'une seule paire de foramina mandibulaires × furcula en V-majuscule × apophyse épisternale externe vestigiale × fosse sous-trochitérienne de l'humérus pourvue d'un foramen pneumatique × présence d'osselets sésamoïdes dans le coude × soudure partielle des diapophyses du sacrum aux os iliaques × voûtement des canaux iliolombaires × absence des foramina interdiapophysaires et de la rotule × processus rotularis court × absence des deux foramina de la troisième vertèbre cervicale × vomer présentant une importante courbure dans le plan vertical × coracoïdes courts très puissants × synsacrum composé de 14 vertèbres × squelette de l'aile deux fois

plus long que celui de la patte (index de locomotion) × nidification bisannuelle × digitigrade × nid établi à l'air libre × oiseaux de très grande taille.

Vraisemblablement il n'y a que deux genres à reconnaître, *Phoebetria* et *Diomedea.*

2° *HYDROBATIDAE.* — Narines externes tubulaires jumelées × parmi les rémiges primaires, l'avant-externe (10me) n'est pas la plus longue × nombre de rémiges secondaires très limité × ramphothèque simple × podothèque non entièrement réticulée × 12 rectrices × présence de l'hallux × le lacrymal articulé avec l'ectethmoïde × fosses temporales faiblement développées × proéminence cérébelleuse faiblement développée × plan du foramen magnum très incliné × présence du foramen postfrontal × niche tympanique supérieure située entre les deux facettes d'articulation de l'extrémité du processus otique du quadratum × absence de processus basiptérygoïdiens fonctionnels et des foramina mandibulaires × surangulaire très développé × furcula de type U-majuscule × présence de l'hypocleidium × apophyse épisternale externe longue × absence d'échancrures métasternales × bord xiphosternal convexe × les bases des coracoïdes se touchent ou chevauchent × la section de l'humérus est ronde × absence d'osselets sésamoïdes dans le coude × humérus apneumatique × canaux ilio-lombaires non voûtés × foramina interdiapophysaires nombreux × absence de rotule × la troisième vertèbre cervicale montre latéralement deux foramina × deuxième métacarpien long par rapport à l'humérus (1,38 à 1,73 contre 1,93 à 2,52 pour les autres *Procellariiformes*) × tibiotarse long par rapport au fémur (0,32 à 0,46 contre 0,48 à 0,58) × tarso-métatarse très long relativement au fémur (0,44 à 0,65 contre 0,70 à 1,05) × formes de petite taille × plantigrades × nichent dans des galeries ou sous des couverts rocheux.

La famille se compose de deux tribus qui diffèrent, d'après le matériel que nous avons examiné, par la configuration des griffes et par 7 indices ostéométriques sur 9.

Oceanitini : Oceanites, Garrodia, Pelagodroma, Fregetta, Nesofregetta (2me métacarpien, tibiotarse, tarso-métatarse, fémur, et bassin relativement plus longs; griffes déprimées).

Hydrobatini : Halocyptena, Oceanodroma, Hydrobates, Loomelania.

PROCELLARIIDAE. — L'avant-externe des rémiges primaires est la plus longue × podothèque réticulée tout autour × présence de l'hallux × ramphothèque de type composé × musculus longus colli anticus généralement très développé × présence d'une pars plana pratiquement complète × fosses temporales profondes et longues × proéminence cérébelleuse saillante × présence d'un foramen postfrontal × la niche tympanique supérieure n'est pas située entre les deux facettes pour l'articulation avec le quadratum × présence des processus basiptérygoïdiens × furcula de type V-majuscule × absence de l'hypocleidium × présence d'échancrures métasternales × section de l'humérus généralement ovalaire × humérus apneumatique.

Il est de tradition de reconnaître deux sous-familles d'après la forme du bec et la configuration des narines tubulaires. Ces caractères taxonomiques sont toutefois insuffisamment appuyés par des structures anatomiques corollaires, de sorte que nous sommes amenés à reconnaître les tribus suivantes :

Macronectini : présence d'un septum tracheae, d'une rotule, sur le quadrato-jugal d'un piédestal pour l'articulation du lacrymal, de 5 vertèbres dorsales et de 16 rectrices × lacrymal soudé à l'ectethmoïde × extrémités des diapophyses des vertèbres sacrales soudées aux iliaques × absence d'osselets sésamoïdes dans l'articulation du coude × sternum pneumatique × présence d'une paire de foramina mandibulaires × bec long et puissant × les narines s'ouvrent dans un tube corné, cloisonné et dirigé vers l'avant. Tribu monotypique : *Macronectes.*

Fulmarini : comme les précédents, mais le bec jaune est de longueur modérée × 14 rectrices × appareil barboteur faiblement développé × les extrémités des diapophyses des vertèbres sacrales sont libres × absence du piédestal quadrato-jugal pour le lacrymal.

La tribu comprend les trois genres *Fulmarus, Priocella* et *Thalassoica* de même que *Daption* qui se distingue des prénommés par le bec noir, le frontal interorbital relative-

ment plus étroit, par l'appareil barboteur indistinct et la cavité thoracique plus haute que large.

Pachyptilini : appareil barboteur spécialisé à des stades divers coïncidant avec des modifications affectant la configuration générale du bec × narines débouchant dans un tube court et cloisonné dont l'extrémité est quelque peu charnue × absence de nodules sésamoïdes dans le coude × 12 rectrices. La tribu comprend les genres *Halobaena* et *Pachyptila*.

Pterodromini : narines tubulaires et nombre de rectrices comme précédemment × apophyse épisternale externe longue × absence des deux foramina de la troisième vertèbre cervicale × présence d'un faible piédestal sur le quadrato-jugal pour l'articulation avec le lacrymal × humérus trois fois plus long que le fémur × index de locomotion se rapprochant de celui des Albatros × cage thoracique développée en hauteur. Deux genres sont à reconnaître : *Pterodroma* et *Bulweria* qui sont séparables d'après le rapport lacrymal/ectethmoïde et la présence de nodules sésamoïdes dans l'articulation du coude.

Pagodromini : se rattache aux *Fulmarini*, mais l'interorbital du frontal est très large, le bec est très court, il y a 12 rectrices, le tarso-métatarse et le fémur sont relativement très courts. Tribu monotypique : *Pagodroma*.

Procellariini — le lacrymal s'articule avec l'ectethmoïde × présence d'osselets sésamoïdes dans le coude × absence de rotule × les narines tubulaires sont individualisées et orientées obliquement vers le haut × crâne de type élancé × sternum généralement pneumatique × 12 rectrices × bassin relativement étroit et long × front interorbital étroit.

Quatre genres sont à reconnaître :

Adamastor et *Procellaria*;

Calonectris et *Puffinus* (*Thyellodroma*, *Hemipuffinus*, *Ardenna* et *Puffinus*).

PELECANOIDIDAE. — L'analyse du potentiel morphologique des *Procellariiformes*, des *Pelecanoides* et des *Alciformes* permet de préciser que les Pétrels-plongeurs sont soit des *Tubinares* qui, de par le phénomène de la convergence, auraient acquis un certain nombre de caractères propres aux *Alcae*, soit des *Alciformes* qui, dans leur organisme, auraient conservé bon nombre de particularités taxonomiques caractérisant les *Procellariiformes*.

Pour expliquer la première hypothèse, il y a lieu de faire intervenir les facteurs multiples et variés de l'adaptation d'un oiseau bon voilier à la plongée, mais on demeure étonné devant le fait que la série de micromutations successives « utiles » a fini par créer un oiseau qui ressemble étrangement au Mergule nain *(Plautus alle)* alors qu'elles auraient pu donner un type d'oiseau inédit.

La seconde hypothèse est basée sur le phénomène de la paramorphogenèse. Après avoir constaté que les *Alciformes*, les *Procellariiformes* et les *Sphenisciformes* ont une anatomie de base commune, elle suggère d'abord, qu'au cours des époques géologiques très éloignées, les Manchots se sont développés indépendamment (sans passer par une phase aérienne); ensuite que les *Alciformes* et les *Procellariiformes* ont évolué vers un type d'oiseau voilier bien que les premiers nommés aient été soumis par la suite aux effets d'une tendance évolutive réduisant la longueur alaire et que, enfin, les *Pelecanoides* représentent une branche indépendante des deux ordines, dont il est question plus haut, qui s'est séparée des *Alciformes* en un moment de leur histoire phylogénique où la souche des *Procellariiformes* n'était pas encore entièrement séparée de celle des *Alciformes*.

Contrairement à l'opinion générale, la famille des *Pelecanoididae* est à exclure des *Procellariiformes* et à placer en subordo parmi les *Alciformes*.

Résumé.

Les Procellariiformes sont apparentés aussi bien aux *Sphenisciformes* qu'aux *Alciformes*. Ils constituent un ordo anatomiquement homogène.

Le projet de classification suivant ressemble, dans ses grandes lignes, à celui de Kuroda (1954) :

DIOMEDEIDAE	*Diomedeidini*	*Phoebetria, Diomedea.*
PROCELLARIIDAE	*Macronectini*	*Macronectes.*
	Fulmarini	*Fulmarus, Priocella, Thalassoica. Daption.*
	Pachyptilini	*Halobaena. Pseudoprion, Pachyptila.*
	Pterodromini	*Pterodromus. Bulweria.*
	Pagodromini	*Pagodroma.*
	Procellariini	*Adamastor, Procellaria. Calonectris, Puffinus (Thyellodroma, Hemipuffinus, Ardenna, Puffinus).*
HYDROBATIDAE	*Oceanitini*	*Oceanites, Garrodia, Pelagodroma, Fregetta, Nesofregetta.*
	Hydrobatini	*Halocyptena, Oceanodroma, Hydrobates, Loomelania.*

La famille des *Pelecanoididae* a été exclue des *Procellariiformes;* elle fait partie des *Alciformes.*

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE.

BEDDARD, Fr. E.

1898. *The Structure and Classification of Birds.* (New York & Bombay.)

BIERMAN, W. H. & VOOUS, H.

1950. *Birds observed and collected during the Whaling Expeditions of the « Willem Barendsz » in the Antarctic, 1946-1947 and 1947-1948.* (Ardea).

DAVIS, P.

1957. *The breeding of the Storm Petrel.* (British Birds, vol. L., pp. 101 et 371.)

FALLA, R. A.

1940. *The genus Pachyptila* ILLIGER. (The Emu, vol. XL, p. 218.)

FISHER, J.

1952. *The Fulmar.* (London.)

FLEMING, C. A.

1941. *The Phylogeny of the Prions.* (The Emu, vol. XLI, p. 134.)

FORBES, W. A.

1882. *Exhibition of, and remarks upon, some preparation showing the rudimentary hallux of several Birds, commonly described as three-toed.* (Proc. Zool. Soc. London.)

1882. *Report on the Anatomy of the Petrels (Tubinares), collected during the Voyage of H. M. S. Challenger, in the years 1873-1876.* (Report Sc. Res. Voy. H. M. S. Challenger, Zool. vol. IV, pp. 1-64.)

GARROD, A. H.

1873. *On the value in Classification of a Peculiarity in the anterior Margin of the Nasal bones of certain Birds.* (Proc. Zool. Soc. London, pp. 33-38.)

1873. *On the carotid arteries of Birds.* (Proc. Zool. Soc. London, pp. 457-471.)

1873-1874. *On certain muscles of the thigh of Birds and on their Value in Classification.* (Proc. Zool. Soc. London 1873, pp. 624-644; 1874, pp. 111-123.)

GLENNY, F. H.

1955. *Modifications of Pattern in the aortic arch system of Birds and their phylogenetic significance.* (Proc. Unit. St. Nat. Mus., vol. XXVI, p. 623.)

GODMAN, Fr. du CANE.

1907-1910. *A Monograph of the Petrels.* (London.)

HOLMGREN, N.

1955. *Studies on the Phylogeny of Birds.* (Acta Zoologica, A 36, Ht 3, pp. 243-328.)

JOUDINE, K.

1955. *A propos du mécanisme fixant l'articulation du coude chez certains oiseaux, Tubinares.* (Acta XI Congr. intern. ornith. Basel, Basel & Stuttgart.)

KURODA, N.

1953. *On the Skeletons of Puffinus nativitatis and Pagodroma nivea.* (Tori, vol. XIII, n° 63, pp. 50-68.)

1954. *On the Classification and Phylogeny of the Order Tubinares, particularly the Shearwaters, Puffinus, with special Considerations on their Osteology and Habit Differentiation.* (Tokyo.)

LOCKLEY, R. M.

1930. *Zur Brutbiologie des Nordischen Sturmtauchers mit besonderer Berücksichtigung der Brutdauer und Nestlingszeit.* (Journ. f. Ornith., LXXVIII, p. 487.)

1947. *Shearwaters.* 3rd ed. (London.)

LOOMIS, L. M.

1923. *On the Classification of the Albatrosses, Petrels and Diving Petrels.* (The Auk, vol. XL, pp. 596-602.)

LOWE, P. R.

1925. *On the Classification of the Tubinares or Petrels.* (Proc. Zool. Soc. London, pp. 1433-1443.)

MATHEWS, G. M.

1936. *Remarks on Procellarian and Puffinine Petrels.* (The Emu, vol. XXXVI, pp. 91-98.)

1936. *The Ossification of certain Tendons in the patagial Fan of Tubinares.* (Bull. Br. Orn. A., vol. LVI, pp. 45-50.)

1937. *Petrel Notes.* (The Emu, vol. XXXVI, p. 242.)

MATTHEWS, G. V. T.

1954. *Some aspects of incubation in the Manx Shearwater, Procellaria puffinus, with particular reference to chilling resistance in the embryo.* (The Ibis, pp. 432-440.)

MAYAUD, N.

1931. *Contribution à l'étude de la mue des Puffins.* (Alauda, 2me sér., vol. 3, pp. 230-249.)

1932. *Considérations sur la Morphologie et la Systématique de quelques Puffins.* (Alauda, sér. II, 4, n° 1, pp. 41-78.)

1934. *Considérations sur la Morphologie et la Systématique de quelques Puffins, Addendum.* (Alauda, sér. II, 6, n° 1, pp. 87-95.)

MURPHY, R. C.

1936. *Oceanic Birds of South America.* (Amer. Mus. Nat. Hist., New York.)

PETERS, J. L.

1931. *Check-List of Birds of the World, vol. I.* (Cambridge.)

PYCRAFT, W. P.

1899. *Contributions to the Osteology of Birds. Part III. Tubinares.* (Proc Zool. Soc. London, pp. 381-411.)

RICHDALE, L. E.

1939. *A Royal Albatros's nesting on the Otago Peninsula, New Zealand.* (The Emu, vol. XXXVIII, p. 467.)

1945. *Supplementary Notes on the Diving Petrel.* (Transact. r. Soc. New Zealand, vol. 75, pt 1, pp. 42-53.)

REINHARDT, M. J.

1873. *Mémoire sur un osselet jusqu'ici inconnu du crâne des Touracos ou Musophagidés.* (Journ. Zoologie, Paris, T. II, pp. 264-268.)

ROSENHEIM, O. & WEBSTER, T. A.

1927. *The stomach-oil of the Fulmar Petrel.* (Biochem. Journ., 21, pp. 111-118.)

SERVENTY, D. L.

1939. *The Sternum in the sub-genus Reinholdia.* (The Emu, vol. XXXIX, pp. 126-127.)

SHUFELDT, R. W.

1888. *Observations upon the Osteology of the Order Tubinares and Steganopodes.* (Proc. Unit. St. Nat. Mus., vol. XI, pp. 253-315.)

1907. *On the Osteology of the Tubinares.* (The American Naturalist, 41, pp. 109-124.)

WARHAM, J.

1956. *The breeding of the Great-Winged Petrel, Pterodroma macroptera.* (The Ibis, vol. 98, n° 2, pp. 171-185.)

WOOD JONES, F.

1937. *The olfactory organ of the Tubinares.* (The Emu, vol. XXXVI, pp. 281-286, vol. XXXVII, pp. 10-13, 128-131, 136-142.)

INSTITUT ROYAL DES SCIENCES NATURELLES DE BELGIQUE.

AD. GOEMAERE, Imprimeur du Roi, 21, rue de la Limite, Bruxelles-3